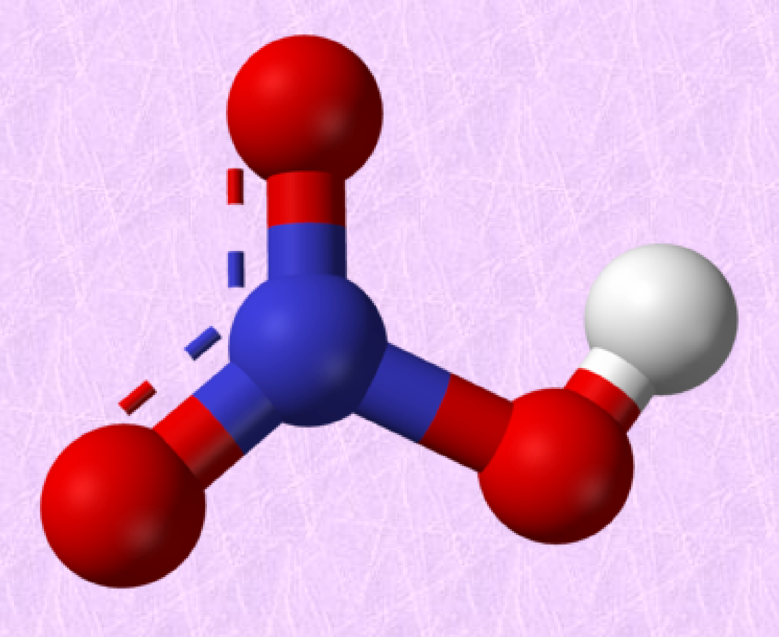
# Получение тетранитропентаэритрита

## Вступление

Тетранитропентаэритрит (ТЭН, PETN, пентаэритриттетранитрат) - эфир азотной кислоты - $HNO_3$ и четырехатомного спирта пентаэритрита - $C(CH_2OH)_4$. При образовании молекулы тетранитропентаэритрита происходит этерификация всех четырех гидроксильных групп пентаэритрита азотной кислотой, следовательно, формула эфира - $C(CH_2ONO_2)_4$.

ТЭН является одним из самых мощных взрывчатых веществ (ВВ) и широко применяется в промышленности. Широкое использование ТЭНа обусловлено его мощными взрывчатыми свойствами, неплохой стабильностью, а также относительной простотой и доступностью производства [К3]. В последнее время в промышленности ТЭН вытесняется более дешевым и безопасным ВВ (хотя и немного уступающим ТЭНу по мощности) - гексогеном [К1].

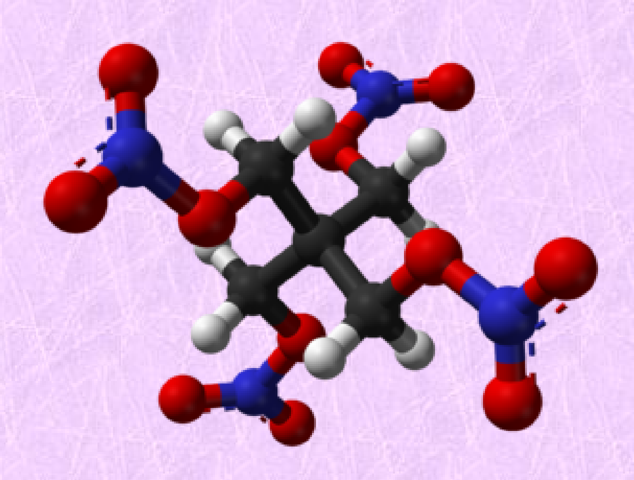
Пентаэритриттетранитрат также используется в медицине в качестве вазодилататора (сосудорасширяющего средства) и выпускается в продажу в виде таблеток "Эринит" (вспомните, что аналогичное применение имеет и нитроглицерин).



**Азотная кислота**



**Пентаэритрит**



**Тетранитропентаэритрит**

## Физические, химические и взрывчатые свойства

Пентаэритриттетранитрат - при нормальных условиях белое кристаллическое вещество без запаха. Максимальная плотность - 1.78 г/см$^3$. Плохо прессуется. Температура плавления - 141°С (с разложением). Нерастворим в воде и практически нерастворим в спирте и бензоле. Хорошо растворим в ацетоне, диметилформамиде, этилацетате. Растворимость в ацетоне: 24.8 г на 100 г ацетона при 20°С; 55 г на 100 г ацетона при 56°С. При комнатной температуре ТЭН практически нелетуч. ТЭН обладает довольно хорошей химической устойчивостью благодаря высокой симметричности молекулы. При комнатной температуре не гидролизуется

водой и слабыми растворами щелочей. Гидролизуется водой при температурах выше 100°C, причем в присутствии небольших количеств кислот и щелочей гидролиз идет быстрее. ТЭН чувствителен к удару и трению. Детонирует при падении груза массой 2 кг с высоты 17 см. ТЭН обладает очень малым критическим диаметром (минимальным диаметром заряда, при котором возможна детонация). Критический диаметр зависит от плотности заряда и варьируется для ТЭНа от 0.7 до 3.2 мм [K2]. ТЭН способен к электризации и чувствителен к искре. Кислородный баланс - отрицательный.

## Синтез

Внимание! При синтезе пентаэритриттетранитрата используются концентрированные кислоты, поэтому рекомендуется надеть защитные очки и перчатки. В процессе этерификации могут образовываться токсичные окислы азота, поэтому синтез необходимо проводить под тягой или в хорошо проветриваемом помещении.

Реактивы:

1. Концентрированная серная кислота - 110 мл.




2. Концентрированная азотная кислота (не дымящая) - 105 мл.




3. Пентаэритрит - 30 граммов.




4. Гидрокарбонат натрия (для промывки ТЭНа)




Также нам понадобятся универсальная индикаторная бумага и термометр.


LA
CHE
MA

100 полосок
УНИВЕРСАЛЬНЫЕ
ИНДИКАТОРНЫЕ БУМАГИ
pH 0 - 12
ПНД 50 - 975 - 84
производит: ЛАХЕМА, о. п. БРНО,
завод НЕРАТОВИЦЕ



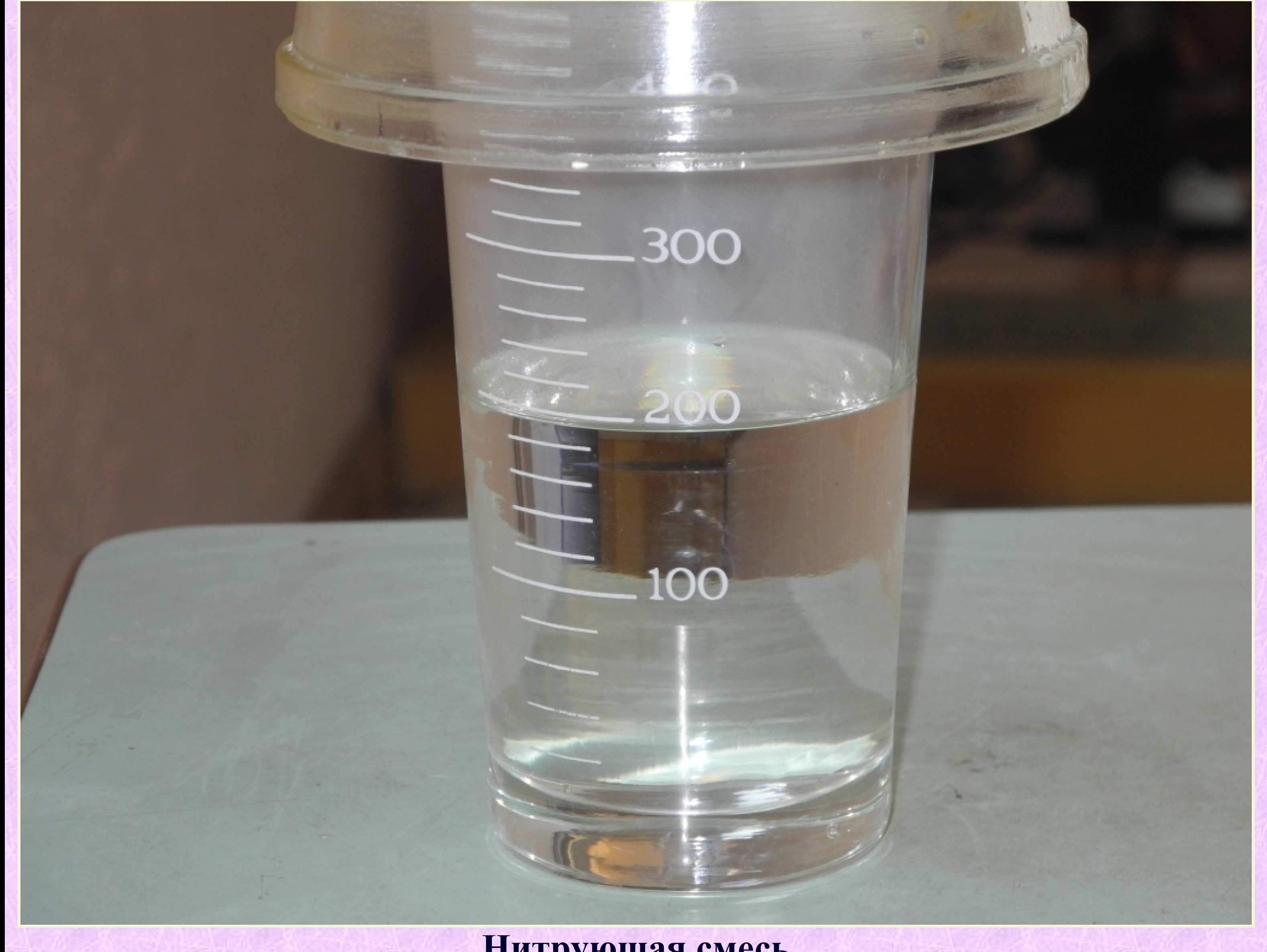

Теперь непосредственно сам синтез:

1) **Приготовление нитрующей смеси.**

Для приготовления нитрующей смеси было взято 105 мл концентрированной азотной кислоты и 110 мл концентрированной серной кислоты. Готовая нитрующая смесь была охлаждена до 15°C.




**Азотная кислота**




**Нитрующая смесь**




**Охлажденная нитрующая смесь**

2) **Добавление пентаэритрита.** К нитрующей смеси при постоянном охлаждении и перемешивании постепенно добавляется 30 граммов пентаэритрита. При этом температура ни в коем случае не должна превышать 30°С. Оптимальный температурный диапазон: 15-20°С. При добавлении последних порций пентаэритрита возможно выделение незначительных количеств оксидов азота, однако если в процессе синтеза начали бурно выделяться окислы азота, и температура превысила критический уровень (30°С), то реакционную смесь нужно немедленно вылить в большое количество холодной воды.

В некоторых методиках синтеза рекомендуется после добавления всего пентаэритрита проводить донитровывание сульфоэфиров пентаэритрита с помощью 20-минутной выдержки реакционной смеси на водяной бане при температуре 45-50°С. Это, несомненно, увеличивает выход готового продукта, однако повышает риск того, что реакция выйдет из-под контроля. В

данном случае донитровывание сульфоэфиров не проводилось.




**Пентаэритрит**

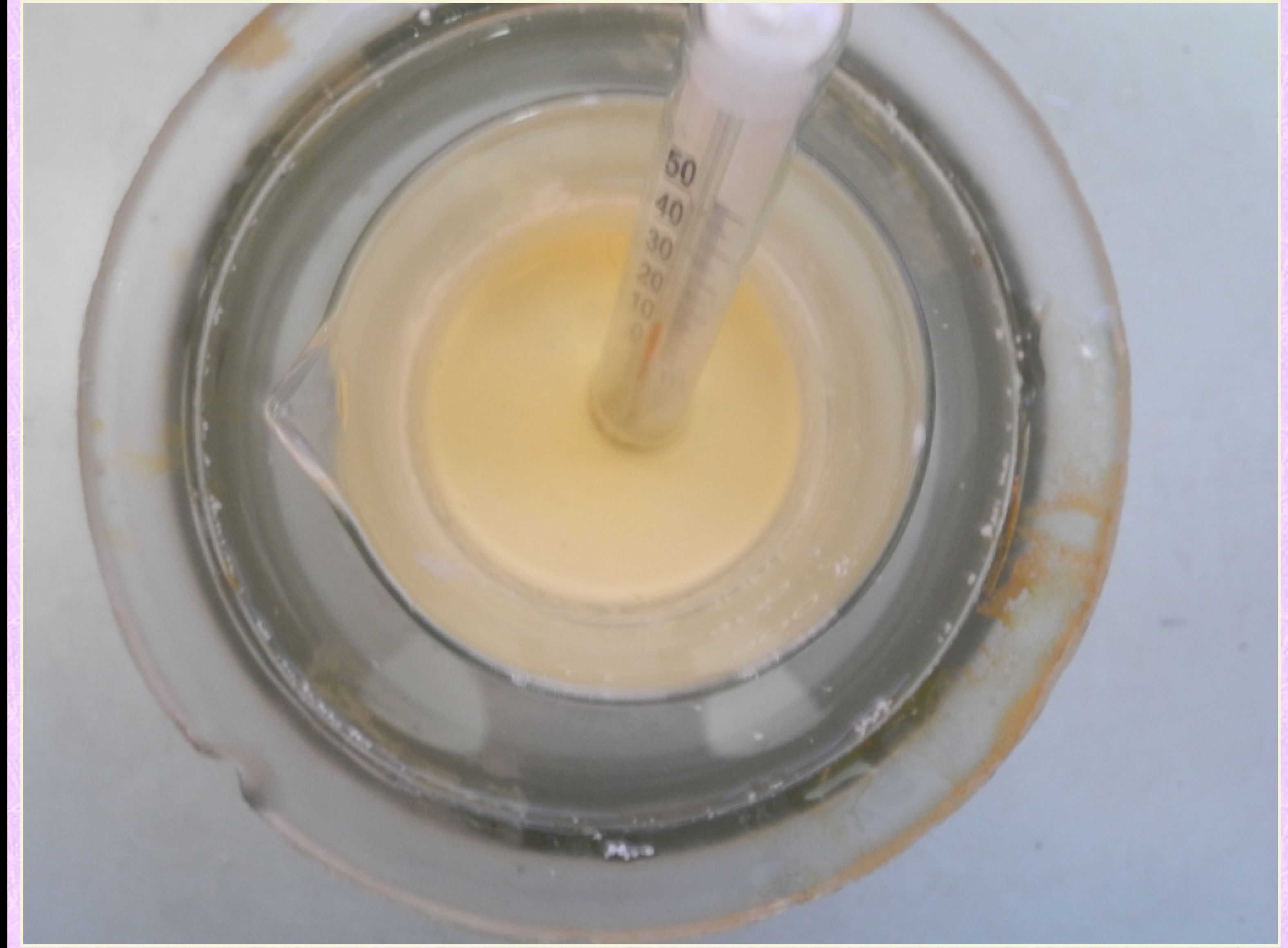


**Добавлена первая порция пентаэритрита**




**Добавлены две трети пентаэритрита**


50
40
30
20
0
cc
10



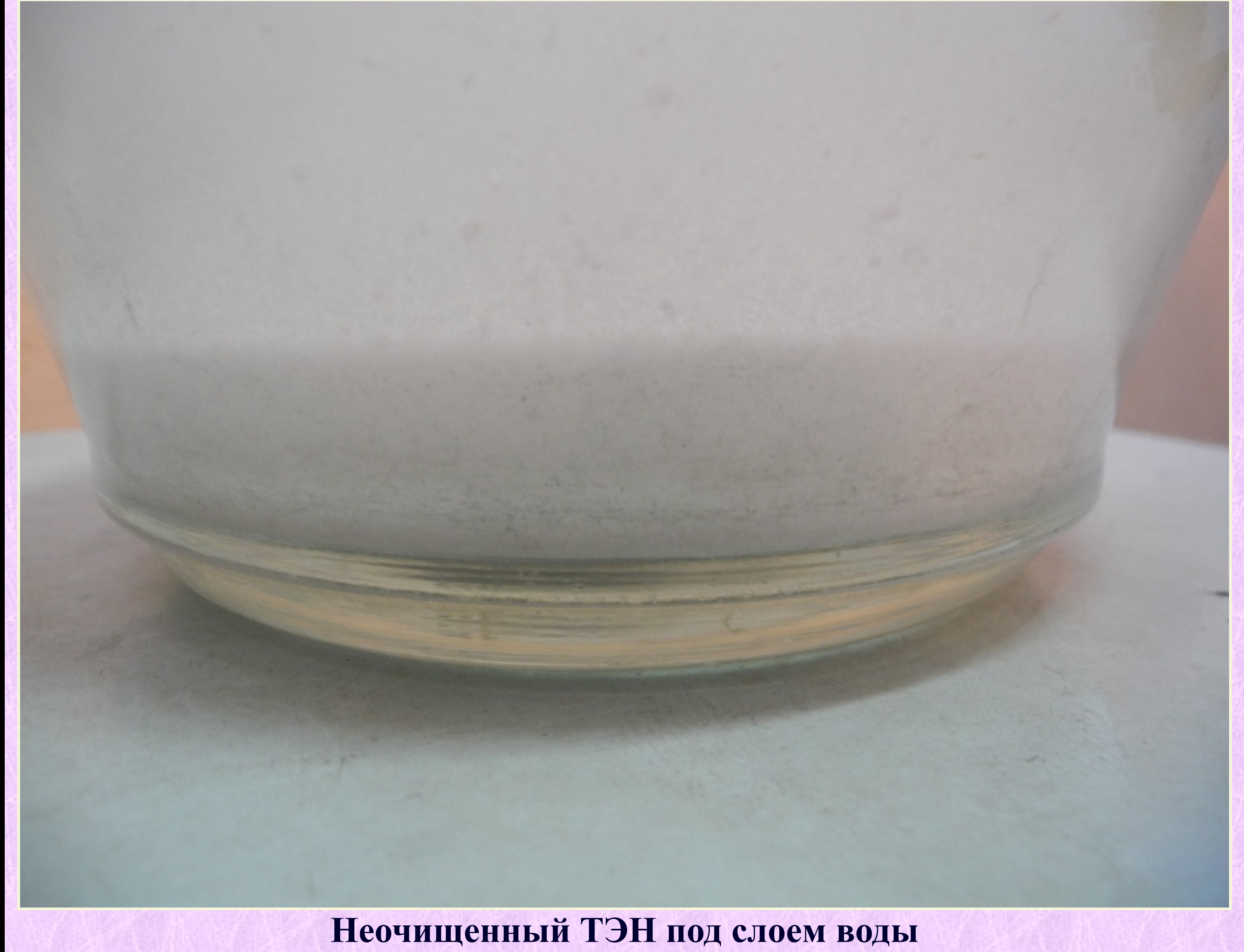

**Весь пентаэритрит добавлен**

3) **Фильтрование и очистка ТЭНа.** После окончания добавления пентаэритрита в нитрующую смесь дается выдержка 5-10 минут, потом смесь выливают в сосуд с большим количеством холодной воды. На дне образуется мелкокристаллический осадок пентаэритриттетранитрата. Затем ТЭН отфильтровывают и несколько раз тщательно промывают водой и теплым раствором гидрокарбоната натрия до исчезновения кислой реакции (проверяется индикаторной бумагой). Для очистки ТЭНа от возможных примесей его можно перекристаллизовать из ацетона (однако, часть ТЭНа будет потеряна при перекристаллизации). Для этого ТЭН необходимо растворить в минимальном количестве ацетона при нагревании, затем быстро профильтровать получившийся раствор и вылить его в большое количество холодной воды. При этом ТЭН выпадает в осадок. Выход может составлять от 50% до 90%.

У автора статьи в процессе синтеза ТЭНа произошла неприятность - разбился ртутный термометр, и вся ртуть вылилась в нитрующую смесь. С целью как можно более полного удаления соединений ртути мне пришлось несколько раз перекристаллизовывать ТЭН, поэтому потери продукта оказались очень существенными: в итоге автору удалось получить всего лишь 25.7 граммов пентаэритриттетранитрата (зато чистого).



**Реакционная смесь вылита в воду**

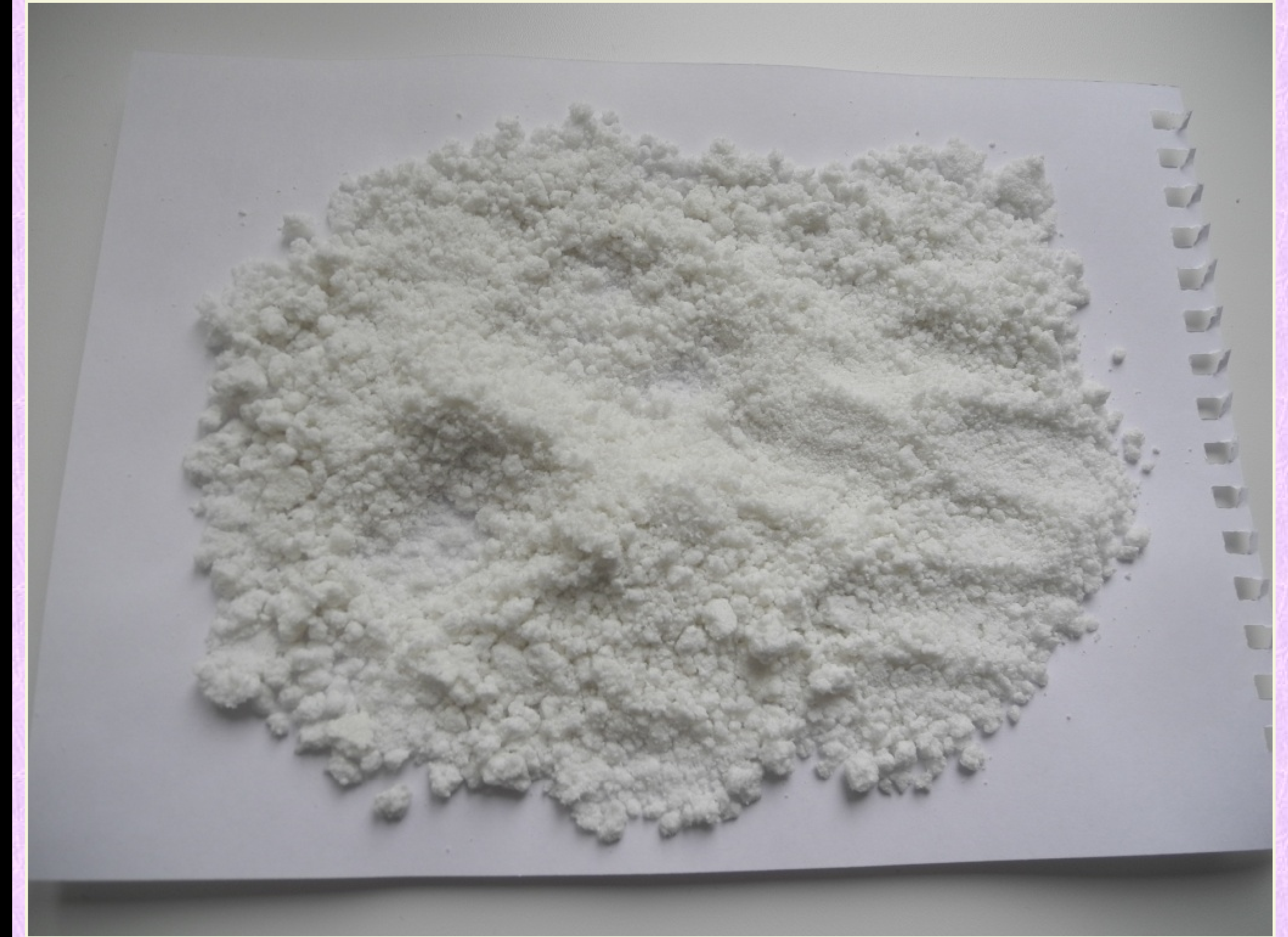


**Неочищенный ТЭН под слоем воды**





**Промывание раствором соды**








**Очищенный и высушенный ТЭН**